

# Sobre viajes y estructuras

José Luis Fernández Cabo

El viaje es, en opinión del autor, un elemento clave en la formación del arquitecto y del ingeniero.

Este artículo describe algunas de las experiencias del autor al respecto; pues finalmente solo sobre la experiencia en primera persona el profesor tiene algo realmente útil que aportar, sea en el terreno que sea.

Más que un artículo, es una invitación al estudiante a viajar.

## 1. Introducción

A muchos sonará el aforismo de Gertrude Stein “Una rosa es una rosa es una rosa...”. Fue escrito en 1913.

Lo habitual era (y me temo que es) que, como estudiante de arquitectura, debieras padecer el hecho de que alguien te explique qué es la arquitectura sin poder ver, desde el comienzo, obras de primera calidad. Algo tremendamente absurdo.

Cuando, desgraciadamente recién finalizada la carrera, tuve la oportunidad de comenzar a ver obras de grandes maestros, todo se ordenó en mi cabeza. De forma inmediata entendí que la visita a la obra de calidad no podía ser substituida por nada; es imprescindible. Desde entonces he visitado numerosas obras de arquitectura e ingeniería. Además de un placer (el viaje siempre lo es para mí), ha sido sin duda una componente importantísima de mi formación.

No descubro nada. Muchos viajes han pasado ya a la historia, como el de arquitecto John Soane (1753-1837) visitando puentes de madera suizos; o el del ingeniero Karl Culmann (1821-1881) visitando puentes de madera americanos. Cito estos por ser precisamente menos conocidos para el estudiante.

En el artículo se describen, de forma muy breve, algunas de las obras que han dejado en mí una profunda huella. Me centraré en especial en obras donde la estructura tiene papel relevante por lo que expresa, y a veces por lo que calla. Los datos se han agrupado en ciertas categorías con el ánimo de ordenar el discurso, esperando que el texto vaya más allá de ser un cuaderno de viajes.

## 2. Algunas obras y comentarios

### El dibujo

En mi primer gran viaje, a EE.UU., tomé la decisión de no hacer una sola foto de obras, solo dibujar. Fue una decisión ciertamente drástica. Dibujar es probablemente el único modo de entender a fondo lo que se ve. Después no he sido capaz de renunciar a la fotografía, en especial con la llegada de la digital, que tanto ha abaratado esa práctica. Por pereza y prisas he ido descuidando muchas veces el dibujo, lo que sin duda es un error.

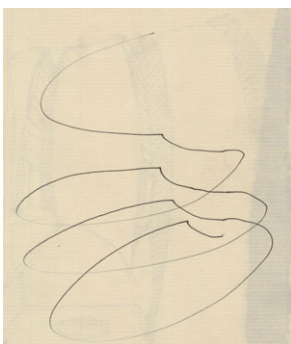


Figura 1: Museo Guggenheim. Nueva York (©JLF-Cabo).

En ese viaje hubo dos obras que recuerdo como inigualables hasta hoy: la Johnson Wax, en Racine (Wisconsin) y el Guggenheim de Nueva York (por su interior, figura 1); ambas, como es bien sabido, de Frank

Lloyd Wright. No me cabe duda alguna de que fue el mejor arquitecto del siglo XX.

El papel de la estructura en estas obras es fundamental, pero son maestras por su conjunto. Son obras de su madurez, dos de las mejores probablemente. Pero no menos importante fue ver sus primeras obras en Oak Park, Chicago, en donde se aprecia como todos comenzamos con torpes pasos; algo que parece hoy no ya olvidado sino negado.

## El tamaño

El salto de Madrid al Loop de Chicago, toda una joya, es, entre otras cosas, un salto de tamaño. Ahí nace el edificio en altura, y ahí llega a cotas de calidad, con Fazlur R. Khan (1929-82) al mando, probablemente todavía no superadas. Por aquel entonces la torre Sears cuadruplicaba el tamaño de los mayores edificios construidos en España. Aun hoy día los dobla. Si hablamos de grandes puentes, el salto a EE.UU. supone también un enorme salto de tamaño.

Grande no es sinónimo de bello, pero es claro que el tamaño tiene un valor *per se*. Además, es en las obras de gran tamaño donde más se refleja la fuerza de la gravedad. El recorrido por los distintos tamaños es necesario para interiorizar la gran potencia de esa variable.



Figura 2: Puente Verrazano. Nueva York (©JLF-Cabo).

De la visita a Nueva York recuerdo perfectamente la enorme impresión que me causó el puente Verrazano (figura 2), obra del ingeniero Othmar Ammann (1879-1965). Tiene un tramo central con una luz de 1.298 m, record entre el año 1964 y 1981. No siendo ahora uno de los más grandes, entonces me pareció gigantesco. Y ciertamente lo es.

Por supuesto, el Puente de Brooklyn (1870-83) es una visita obligada. Supuso un reto mayor que el Verrazano, y es de una enorme belleza. La historia de su construcción, liderada por el ingeniero de origen alemán John A. Roebling (1806-69), merece ser leída. La construcción de los puentes a lo largo del XIX entró sin duda de lleno en el terreno de la épica. En Europa se pueden visitar algunos de esos trabajos pioneros, cuya visita le ayuda a uno a entender un poco mejor esos tiempos.



Figura 3: Puente Menai. Thomas Telford. 1819-26. (©JLF-Cabo).

Uno de esos ejemplos es el Menai (figura 3), obra de Thomas Telford (1757-1834). Primero cantero, luego arquitecto y finalmente ingeniero. Primer presidente de la *Institution of Civil Engineers* del Reino Unido. El segundo fue Isambard K. Brunel (1806-59). Casi nada. El Menai se finaliza en 1826, y tiene una luz central de 177 m. En 1839 la estructura se daña por fuertes ráfagas de viento. Desde ahí ha sido reparado varias veces. Al alumno quizás le parezca esto un demérito para Telford. Pero si se piensa que diseñó este puente con una herramienta teórica muy inferior a la que el alumno de nuestra escuela tiene después de aprobar Estructuras I, la cosa cambia.

Isambard K. Brunel es un ingeniero quizás todavía, si cabe, más memorable. El contará con la educación académica francesa de las primeras Escuelas de Ingeniería; a lo que unirá el empirismo inglés y el haber sido educado en sus primeros pasos del ejercicio profesional por su padre, un importante ingeniero. Francia, con un poso teórico más fuerte, se verá obligada a ir detrás de estos ingenieros ingleses.

Brunel acaba el puente Royal Albert (figura 4) poco antes de morir, su obra cumbre. Es de tipo lenticular, con dos iguales de 138,7 m. Se acaba en 1854. No era la primera vez que Brunel recurría a un gigantesco cordón de compresión para comerse el pandeo. Un puente que merece la pena ver.



Figura 4: Puente Royal Albert, Saltash. (©JLF-Cabo).

El Firth of Forth (1882-1890) (figura 5, derecha), obra de John Fowler (1817-1898) y Benjamin Baker (1840-1907), es seguramente la obra cumbre de la ingeniería victoriana. Con luces de algo más de 500 m, verlo tiene algo de encuentro con un animal prehistórico. Su construcción se cobró (al menos) 57 vidas. Algo usual en obras de este tipo por aquel entonces.

A lo largo del XIX, gracias a la nueva ciencia y al acero, las luces máximas se multiplican por diez. En el siglo siguiente se vuelven a multiplicar por cuatro. Algo asombroso. Y más todavía en las condiciones en las que se hizo. El segundo Firth of Forth (figura 5, izquierda), muy cerca del antiguo, tiene más del doble de luz; y mucho menos peso. La forma ayuda, ya que lleva la mayoría de las compresiones a las pilas, lo que evita realimentar los esfuerzos de flexión.



Figura 5: Firth of Forth (1882-1890). (©JLF-Cabo).

Pero el secreto está, más aún, en el cambio de material, el acero trefilado de alta resistencia con el que se construyen los cables principales del puente colgante. Lo curioso es que el primer puente se construye cuando ya se produce ese tipo de acero en Europa, y también en EE.UU. Así, el puente de Brooklyn, construido entre 1870 y 1883, tiene una luz en su vano central de 486 m, similar por tanto a la del Firth; pero sus autores, John A. Roebling y su hijo Washington, lo resuelven con una estructura a medio camino entre colgante y atirantada usando precisamente cables de acero trefilados de alta resistencia, acero que ellos mismo producían.



Figura 6: Puente Golden Gate. San Francisco. (©JLF-Cabo).

¿Por qué J. Fowler y B. Baker renunciarían a usar un diseño colgante, más eficaz? Sin duda estaría presente el colapso del puente del Tay, no muy lejos del Firth, ocurrido en 1879. El Tay era un puente formado con cerchas de hierro forjado y fundido. Durante una fuerte tormenta, el viento provocó el colapso de varios de sus soportes, llevándose con él a un tren de pasajeros. El desastre se cobró la vida de 75 personas. La ingeniería británica no podía permitirse otro error de esa envergadura. Y es que, como se había comprobado en el Menai, no había todavía una herramienta de análisis adecuada para los puentes colgantes. Como consecuencia, el tipo no se entendía bien, y en definitiva, no estaba resuelto. Este tipo comenzará su madurez casi medio siglo después en EE.UU. bajo el ingeniero Othmar Ammann; autor, entre otros, de los puentes George Washington (1931) y Verranzano (1964), con luces de 1.050 m y 1.298 m respectivamente. Hacer un puente colgante de 500 m de luz tenía un fuerte riesgo, que los Roebling aceptaron a pesar de las limitaciones de su aparato científico. En ello influiría, ante todo, la experiencia que ellos tenían con ese tipo. Roebling padre ya había construido los puentes

colgantes-atirantados de Niagara en 1855, de ferrocarril además, con una luz de 246 m; y el de Cincinnati en 1866, de 330 m de luz. Y sin duda también influiría el propio espíritu americano de ese momento, mucho menos conservador que el británico. Pero en el caso del Firth el puente debía tener además tres vanos, lo que lo haría mucho más complejo de rigidizar (solo recientemente se han construido soluciones de ese tipo). Todo apunta a que la decisión de J. Fowler y B. Baker fue muy sensata.

Sin duda, uno de los grandes puentes más bellos es el Golden Gate (figura 6). Proyectado por los ingenieros Joseph Strauss (1870-1938) y Clifford Paine, con la colaboración de los ingenieros Ammann y Moisseiff y del arquitecto Irwing Morrow, es finalizado en 1937 y tiene una luz central de 1.280 m (similar por tanto al Verrazano, pero hecho casi treinta años antes, aunque es importante recordar que con la intervención de Ammann). El puente es el icono de la ciudad. Parte de la belleza de este puente está probablemente en el diseño de sus pilas y en su color rojizo; cuestiones en las que Morrow tuvo un papel relevante.



Figura 7: Puente Humber.(©JLF-Cabo).

En Europa están algunos de los mayores puentes. Los dos recientes en los alrededores de Copenhague son magníficos. Algo más antiguo es el puente Humber (figura 7), acabado en 1981 y obra de Freeman Fox & Partners. Tiene una luz central de 1.410 m, record en su momento; y un diseño todavía hoy vanguardista, con péndolas en zig-zag y un tablero esbelto y además perfilado para reducir las acciones debidas al viento.

En España tenemos un puente atirantado que en su momento fue record mundial, el puente Carlos Fernández Casado (1983), con una luz central de 440 m, obra liderada por el ingeniero Javier Manterola. Bien merece una visita.





Figura 8: Puente Carlos Fernández Casado. (©JLF-Cabo).

Y no es el único puente español que la merece. Sin duda el primero en la lista es el puente romano de Alcántara. Y desde ahí un sin fin de enorme interés.

## Oficios varios haciendo edificios: el movimiento moderno.

Es bien conocido que el movimiento moderno no se gesta por arquitectos. Cosa por otra parte razonable; cualquier cambio profundo necesita de un enfoque externo. En Inglaterra se pueden visitar muchos de esos edificios pioneros. Cito algunos.



Figura 9: Palm House, Kew Gardens. Londres. (1844-48) (©JLF-Cabo).

El Palm House (1844-48) (figura 9), en los Kew Gardens de Londres, obra de Richard Turner (productor de hierro) y Decimus Burton. Es probablemente el primer edificio que usa vigas laminadas en caliente. Tiene una modesta luz de 15,2 m y una altura máxima de unos 20 m. Poco después, en 1851, Joseph Paxton, un jardinero, junto con Charles



Fox, construirían uno de los edificios claves del XIX, el ahora denominado pabellón de Paxton, desgraciadamente desmontado.

La estación de Paddington (1854) (figura 10), en Londres, obra de Brunel, es una catedral del transporte. Qué fácil les ha resultado a los arquitectos ingleses hacer *high tech*; aunque no creo que hayan mejorado esta obra de Brunel.



Figura 10: Estación de Paddington. Isambard K. Brunel. (©JLF-Cabo).

A principios del XIX, el americano Turner había desarrollado el sistema de forjado con losas macizas y capiteles.



Figura 11: La Boots, Sir Owen Williams. Beeston, Nottinghamshire. (©JLF-Cabo).

Casi al mismo tiempo, Maillart había hecho algo similar en Europa. El sistema es usado por el ingeniero Owen Williams (1890-1969) para diseñar uno de los edificios más emblemáticos de la primera mitad del

XX: la Boots (Fig. 11). Cuesta creer que se trate de un edificio de 1931. Y lo mismo le pasa a los anteriores.

## Replantearse los problemas

Wladimir Grigorjewitsch Schuchow (1853-1939) es un ingeniero ruso fascinante. Entre 1890 y 1893 construye, con el arquitecto Alexander Pomeranzew, los almacenes GUM de Moscú, que dispone de una galería acristalada, al estilo de la época, resuelta con unos arcos de acero realmente interesantes. Schuchow les añade una doble familia de tirantes en abanico desde los arranques que liquidan cualquier problema de inestabilidad y permiten la construcción de un arco muy esbelto. Creo que hay algún otro precedente, pero como en muchas otras de sus obras, Schuchow se replantea el problema con una mentalidad muy abierta.

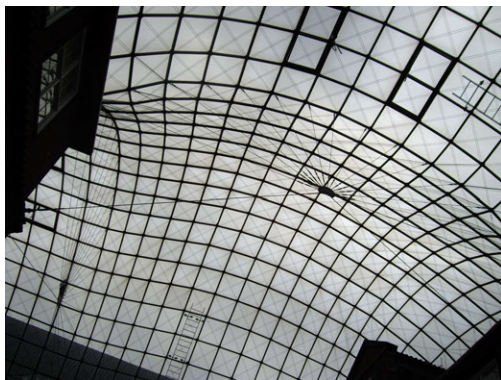


Figura 12: Museo de historia de Hamburgo. Schlaich y Bergermann. (©JLF-Cabo).

Este tipo de soluciones de cubierta fueron luego desarrolladas en la segunda mitad del XX; y probablemente de la forma más brillante por la ingeniería de Schlaich y Bergermann. Una de esas obras pioneras es el Museo de Historia de Hamburgo (figura 12), obra de 1989. Es de la primera de ese tipo, y una de las más bellas. Sus autores han reconocido la influencia de Schuchow en su obra.

Robert Maillart (1872-1940) es otro de esos ingenieros que aportaron nuevas soluciones. De entre ellas destacaría ahora dos: el almacén de aduanas de Chiasso, de 1924-25; y el puente Schwandbach, de 1933 (figura 13). Y debería añadir sus losas macizas con capiteles.



Figura 13: Maillart. Puente Schwandbach. 1933. (©JLF-Cabo).

Como en Chiasso, en Schwandbach, Maillart crea un nuevo tipo, dejando de replicar el trazado del tablero en el arco inferior. Y lo hace también con sus losas macizas con capiteles, casi a la par, como se ha comentado, con el americano Turner.

El ingeniero suizo Heinz Isler fue capaz de cortocircuitar el problema del diseño de láminas de hormigón mediante modelos físicos en un momento donde el aparato matemático limitaba mucho su diseño. En 1959, en el congreso fundacional del IASS, que creó Torroja, presenta una sorprendente ponencia de título "New shapes for shells". Y con ello adelanta a grandes maestros como Torroja, Nervi o Esquillan, que sin duda tenían una experiencia y una formación científica más potente. La cubierta para unas pistas de tenis en Neuenburg es solo un ejemplo (figura 14).

Y estas han sido solo algunas de esas personas que han aportando nuevas ideas.

## Algunas grandes cubiertas

Como en el caso de los grandes puentes, la visita a las grandes cubiertas merece una mención especial. Además de por su tamaño, por los tipos usados; en especial en el caso de las estructuras tensadas. La mayor cubierta de hormigón, con algo más de 200m de luz, sigue siendo el CNIT de París (1956-58) (figura 15), obra de los arquitectos Jean de Mailly y Bernard Zehrufuss, con la colaboración en las fachadas de vidrio de nada menos que Jean Prouvé, y del ingeniero Nicolas Esquillan (1902-89) en la estructura, uno de los grandes de la segunda mitad del



Figura 14: Cubierta para pistas de tenis en Neuenburg, Suiza, de Heinz Isler. (©JLF-Cabo).

XX. La solución dada por Esquillian es brillante y está muy vinculada a la fase de ejecución, realizada por bandas autocompensadas. Y es que Esquillian fue un ingeniero de empresa. Para él, la fase de construcción no podía ser algo menor.

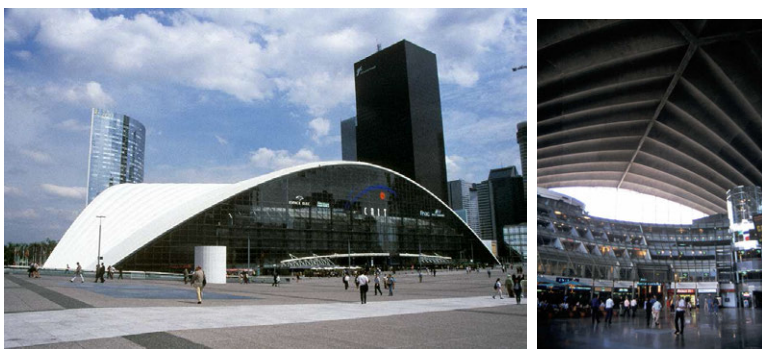


Figura 15: CNIT. Paris. (©JLF-Cabo).

La reforma de 1988, que colmató perimetralmente ese gran espacio, fue un desastre para la obra, ahora en tinieblas, pues solo recibe luz desde las fachadas.

Cuando uno recuerda obras como la de Suha Leiviskä para la iglesia de Myyrmäky (figura 16) se da cuenta de lo importante que puede llegar a ser el control de la luz.

Siendo una cuestión que parece obvia, conviene vivir ambos extremos

para realmente interiorizarlo.

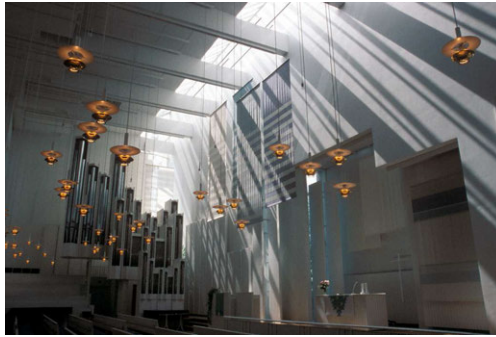


Figura 16: Iglesia Myyrmäky, de Suha Leiviskä, Vantaa, Finlandia, 1984. (©JLF-Cabo).

La estructura tensada facilitó la ejecución de grandes cubiertas. Schuchow fue precisamente uno de sus más conspicuos pioneros. Pero los ejemplos más sobresalientes llegarán en la segunda mitad del XX.



Figura 17: Estadio Yoyogi, Tokio. (©JLF-Cabo).

El estadio Yoyogi se construyó para las olimpiadas de Tokio de 1964 (figura 17). Obra del arquitecto Kenzo Tange (1913-2005) y los ingenieros Yoshikatsu Tsuboi (1908-80), como líder, y un joven Mamoru Kawaguchi. La luz principal entre soportes es de 126m. El papel de los modelos físicos a escala fue todavía crucial. Los elementos del segundo orden estructural se componen por perfiles en doble T en flexo-tracción en lugar de cables debido a la desviación de la geometría de membrana; algo forzado por Tange y que sin duda ayuda a enraizar la obra en el contexto de la cultura japonesa. Algunos detalles se han mimado como si fueran auténtica escultura.

Pero la obra cumbre de la estructura tensada será algo posterior: la cubierta para el estadio olímpico de los juegos de 1972 en Munich (Fig. 18). Es parte de un conjunto esplendido en el que sobresale. Fue de las primeras obra en donde el ordenador jugó ya un papel indispensable. Con ella nace el form-finding analítico. La distancia entre anclajes principales es de 260 m. Las cubiertas de estadios son las grandes luces horizontales en estructuras de edificación.



Figura 18: Estadio Olímpico de Munich. (©JLF-Cabo).

En la ingeniería, liderada por Fritz Leonhardt, intervienen otros nombres no menos claves; como Jörg Schlaich, J. H. Argyris, K. Linkwitz y H.J. Schek. Y por supuesto los arquitectos Frei Otto, con un papel crucial en la fase de anteproyecto, y Günter Benish, autor del proyecto inicial que se transformó notablemente; aunque creo que mantuvo mucho del planteamiento inicial.

El Eden Project (figura 19) se acaba en el año 2000, y tiene una luz máxima de algo más de 100 m. La firman el arquitecto Nicholas Grimshaw y la ingeniería de Anthony Hunt. El proyecto comienza con una casi réplica de la estación de Waterloo, también de Grimshaw, y con un futuro bastante incierto.

El cambio hacia el proyecto actual es brutal. El papel de la empresa MERO, que se encarga de la ejecución de la estructura, es clave en toda esta fase; y muy en particular en el diseño de la malla, de doble capa.

Algunos de los partícipes presumen de haber construido el mayor andamiaje hasta la fecha, lo que viene a ser como presumir de ser el más lento en los 100 m lisos. Eso es sin duda lo más débil de esta obra, por lo demás soberbia; creo que una de las estructuras más interesantes de





Figura 19: Eden Project. (©JLF-Cabo).

los últimos decenios.

## Pequeñas grandes obras.

El gran tamaño no garantiza obviamente la calidad de la obra. Las obras de pequeño tamaño pueden ser tan emocionantes o más que las grandes. Mostraré algún ejemplo de ello.



Figura 20: Iglesia del Monasterio de San Miguel de Escalada, León. (©JLF-Cabo).

Soy consciente de que estoy omitiendo un sin número de obras históricas. Pero se trata de una selección personal. Aunque no lo compense, incluyo aquí una de esas obras: la iglesia del Monasterio de San Miguel de la Escalada (figura 20), del siglo X. No sabría decir el por qué esta



obra me ha dejado un recuerdo profundo. Su simplicidad estructural, con luces modestísimas, no puede ser mayor.



Figura 21: Plaza del Paraguas, Oviedo, de Ildefonso Sánchez del Río. (©JLF-Cabo).

El ingeniero Ildefonso Sánchez del Río construye en 1929 en Oviedo capital una marquesina en lo que ahora, en honor a esta obra, se llama plaza del Paraguas (figura 21). Es una de sus obras de juventud, con una fresca asombrosa. Servía para proteger a las lecheras que de forma ambulante vendían ahí su mercancía. Recientemente se ha cambiado el cerramiento de cubierta (creo que con mucho respeto y acierto), antes de fibrocemento y ahora de cobre sobre un tablazón de madera. La estructura principal, de hormigón armado, tiene unos 6 m de vuelo, y un sistema estructural tremendamente sencillo e ingenioso.



Figura 22: Pasos en la Navata sobre la carretera N-VI. (©JLF-Cabo).

Los dos pasos en la Navata sobre la carretera N-VI (1966) (figura 22), a unos 40 km de Madrid capital, obra de los ingenieros Carlos Fernández Casado y Francisco Abollado, con luces de 25 m y 28 m, son otro ejemplo de cómo no hay obras menores por su tamaño. Aprovecha unos peñascos

para transmitir los empujes de los arcos, resolviendo un problema de una forma tremendamente sencilla y elegante.



Figura 23: Capilla del bosque de Asplund, Cementerio del Bosque, Estocolmo. (©JLF-Cabo).

El Cementerio del Bosque (Skogskyrkogården) en Estocolmo, obra de Erik G. Asplund and Sigurd Lewerentz, que se desarrolla nada menos que entre 1916 y 1940, es una obra de primera magnitud en su conjunto. Tiene además pequeñas joyas, como la capilla de la Resurrección de Lewerentz o la capilla en el bosque de Asplund (figura 23.)

El manejo de la estructura en esta última es muy clásico; ayuda a ordenar los espacios. A la entrada crea un pequeño propileo con soportes muy juntos y un techo bajo. El manejo de la luz es clave. Los soportes son todos de madera, aunque los pinta como si fuesen de piedra. Entre cubierta y falso techo, un profuso entramado de madera.

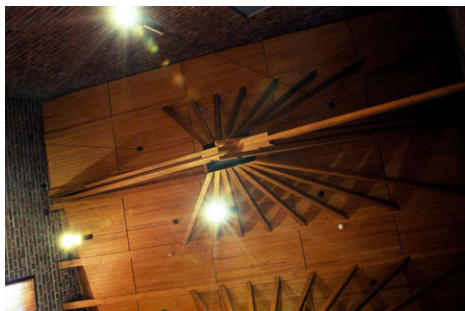


Figura 24: Ayuntamiento de Sönnätsalo. Alvar Aalto. (©JLF-Cabo).

De las obras de Alvar Aalto, creo que ningún elemento estructural es tan brillante como las pequeñas cerchas de madera del Ayuntamiento de Säynätsalo, de 1952 (figura 24). Hay mezclados dos órdenes; la imagen se la da el segundo, unos jabalcones en abanico. El primer orden lo forma una cercha plana con un montante central que casi consigue ocultar.

## Obras maestras versus grandes maestros

No me cabe duda que Le Corbusier fue un maestro. ¿Todas sus obras son maestras? Pues creo que no. Un ejemplo de ello es La Tourette (figura 25). Las fotos pueden engañar (si el fotógrafo además lo pretende); la visita no. Abre el patio y lo derrama en la ladera por una cuestión totalmente formal; el espacio que debía ser el corazón del convento. Por lo demás, la estructura de planta baja no es para rememorar. Muy cerca, en el valle, está el antiguo convento, todavía en uso. Una maravilla; lo que resalta todavía más la brutalidad de La Tourette. Eso sí, la capilla, casi autónoma y a ras de suelo, es una pequeña joya.



Figura 25: La Tourette. Le Corbusier. (©JLF-Cabo).

Sigurd Lewerentz es considerado un gran arquitecto, pero no tiene el nombre de otros como, sin ir más lejos, Le Corbusier. La iglesia de San Marcos de Sigurd Lewerentz, en Estocolmo (figura 26), es uno de los edificios que más me han emocionado. La estructura de la nave principal merece además una especial atención, aunque solo es un detalle más en una obra maestra en cada rincón. No he visto ninguna obra de Le Corbusier de esta talla; y dudo que viendo la totalidad de su obra dijese otra cosa. Sé que es una opinión muy personal. Pero lo digo después de ver no las fotos de sus obras sino muchas de sus obras.

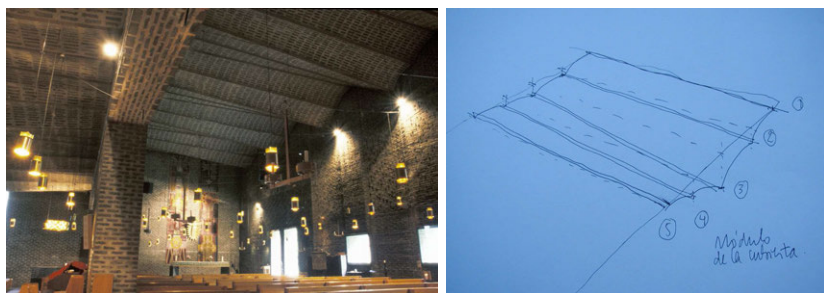


Figura 26: Markuskyrkan. Estocolmo. Sigurd Lewerentz. 1958-60 (©JLF-Cabo).

## Iconos y estructuras

El Escorial se construyó en poco más tiempo que la Opera de Sidney (1957-1973) (figura 27). Y la cosa podría haber sido mucho peor de no haber echado a Utzon. Pero es sin duda una obra fabulosa. Y toda una paradoja en lo tocante a los procesos de diseño.



Figura 27: Opera de Sidney. 1957-1973. (©JLF-Cabo).

Félix Candela hizo una crítica demoledora al proyecto inicial, diseñado como finas láminas de hormigón que sabía que eran incompatibles con la geometría del proyecto. Y tenía razón. La estructura acabó con unos potentes arcos prefabricados pretensados, también de hormigón, que nada tenían que ver con la idea inicial. Utzon ni sabía ni parecía querer

saber de estructuras más allá del resultado formal. Presentaba formas a los ingenieros y pretendía que se las construyeran tal cual, sin preocuparle que fuera razonable o viable. Los grandes cambios en la estructura vinieron precisamente motivados por el enroque de Utzon en mantener las trazas iniciales a toda costa. Y aunque en general su actitud no podría ser calificada como de muy razonable, creo que finalmente demostró tener la razón. O al menos conducir el proyecto hacia el éxito. El cambio de estructura es ya historia. El resultado es distinto del inicialmente previsto, pero no le quita valor a la obra. La marcha de Utzon demostró que era la persona clave. El interior y algunas de las fachadas realizadas a su marcha no tienen, ni de lejos, la calidad de lo hecho bajo su dirección. Por otra parte, creo que la elección de Ove Arup, supuestamente recomendada por Saarinen, no fue la más adecuada para este proyecto en ese momento.

Creo que el Guggenheim de Bilbao comparte ese carácter icónico con la Opera de Sidney, y merece una visita. Y fue una obra mucho menos conflictiva. Claro que sus autores contaban con otros medios.

## Las tramas

Dejo para el final, muy a propósito, las tramas, tan vinculadas con la estructura. Si uno quiere tener éxito no tiene más que diseñar una buena trama. Y prueba de ello son las siguientes obras.

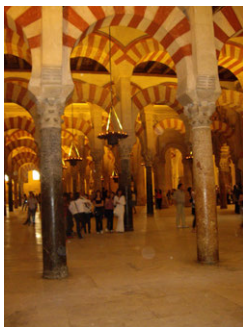


Figura 28: Mezquita de Córdoba. (©JLF-Cabo).

Me parece obligado comenzar mencionado la mezquita de Córdoba (figura 28). Hecha en sucesivas ampliaciones y por diversos autores, pero con una simple y clara pauta de crecimiento. No puede tener una traza más simple. Es una suerte que haya llegado hasta nuestros días.

La repetición, la trama, aparece obviamente ligada, al menos inicialmente, a una lógica constructiva. Esto es sin duda más claro cuanto más funcional sea el carácter del edificio. Las atarazanas de Barcelona (figura 29) son un ejemplo. Siendo una arquitectura mucho más humilde que la de la mezquita de Córdoba, crea un espacio de enorme calidad.



Figura 29: Las atarazanas de Barcelona. (©JLF-Cabo).

La arquitectura industrial del XX en Cataluña tiene también ejemplos magníficos. Uno de los mejores es El Vapor Aymerich (Fig. 30), del arquitecto Lluís Muncunill, que lo construye siendo arquitecto municipal de Tarrasa. Muncunill tiene muy poca obra. El Vapor Aymerich recoge toda una tradición de construcción industrial en Cataluña; y lo hace de forma magistral. Es una obra espectacular.



Figura 30: El Vapor Aymerich. Tarrasa. 1909. (©JLF-Cabo).

En Madrid podemos citar al menos dos ejemplos excelentes de edificios con tramas claras.

El primero, muy humilde: la iglesia parroquial de Nuestra Señora



de la Fuencisla (1961-65) en el barrio de Almendrales (figura 31), obra de José María García de Paredes, Alfonso Burón García, Mercedes de Miguel Sánchez y Antonio Ábalos Culebras.

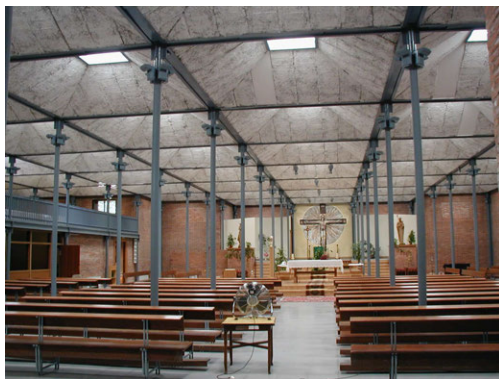


Figura 31: Iglesia de la Fuencisla. Barrio de Almendrales. Madrid.

El segundo, la reconstrucción del Pabellón de España de la Exposición Universal de Bruselas (1956-58, reconstruido en el 1959) (figura 32), obra de José Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún. En mi opinión una de las obras cumbres de la arquitectura española del XX. Ahora en estado de ruina, pero todavía transmite lo que sin duda fue.



Figura 32: Reconstrucción del pabellón de España de la Exposición Universal de Bruselas, Casa de Campo, Madrid. (©JLF-Cabo).

Y finalmente incluiré dos obras de mayor porte, ambas con voladizos de unos 20 m; con planteamientos generales similares pero esquemas estructurales bien distintos.



La primera, de acero, es el Palacio de exposiciones (Palazzo del Lavoro) de Turín, obra de Pier Luigi Nervi de 1961 (figura 33). Turín cuenta con otras obras de Nervi muy emblemáticas. Pero esta me parece la mejor. Es una obra que ha inspirado otras muchas, creo que sin tanto éxito. Lo que demuestra que lo que convierte a una obra en soberbia es algo muy sutil.

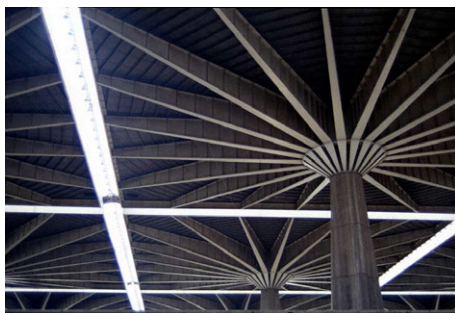


Figura 33: Palacio de exposiciones. Turín. Nervi. (©JLF-Cabo).

La segunda, de madera, es el Pabellón Alemán de la Expo 2000 de Hanover (figura 34), obra del arquitecto Thomas Herzog y cuya ingeniería lidera Julius Natterer, que tantas obras excelentes de madera ha producido. Es la obra cumbre de Natterer; una magnífica obra; de la calidad de la de Nervi. Con más módulos todavía sería mejor.



Figura 34: Pabellón Alemán de la Expo 2000 de Hanover. (©JLF-Cabo).

### 3. Notas finales

Las obras mostradas no tienen obviamente carácter compilatorio. Representan solo una colección de impresiones de una serie de obras que considero excelentes por distintos motivos. El texto solo quiere reivindicar la importancia del viaje en la formación del arquitecto y el ingeniero.

Es también un alegato a favor de una enseñanza que se apoye en el conocimiento revivido, no recitado.

# Bibliografía

- Ching, F.D.K., M.M. Jarzombek y V. Prakash (2007). *A global history of architecture*. New Jersey: John Willey & Sons.
- Collins, A.R. (1983). *Engineering-two centuries of British achivement*. London: Tarot Print Limited.
- Fernández Casado, Carlos (2006). *La Arquitectura del Ingeniero*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos C. y P.
- Fernández Ordóñez, Jose Antonio (1978). *Eugène Freyssinet*. Madrid: Ediciones 2C.
- Fernández Troyano, Leonardo (1999). *Tierra sobre agua*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos C. y P.
- Guidot, R., A. Guiheux y J.A. Fernández Ordóñez, eds. (1977). *L'art de l'ingénieur. Constructeur, entrepreneur, inveteur*. (Catálogo con motivo de la exposición del mismo nombre). Paris: Le Moniteur. Centre Georges Pompidou.
- Herzog, T. y col. (2004). *Timber construction manual*. Basel: Birkhäuser.
- International Database for Civil and Structural Engineering* (2014). Wilhelm Ernst & Sohn Verlag. URL: [www.structurae.net](http://www.structurae.net).
- Mungan, I. y J.F. Abel, eds. (2011). *Fifty years of progress for shell and spatial structures*. Madrid: IASS.

